

SAH
#3
3-11-02
Express Mail Label #EL914109912US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION: GEUN-YOUNG YEOM, ~~ET.~~ AL.

FOR: METHOD OF ETCHING SEMICONDUCTOR DEVICE USING NEUTRAL BEAM
AND APPARATUS FOR ETCHING THE SAME

CLAIM FOR PRIORITY

The Assistant Commissioner for
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231



Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of the Korean Patent Application No. 00-69660 filed on November 22, 2000. The enclosed Application is directed to the invention disclosed and claimed in the above-identified application.

Applicant hereby claims the benefit of the filing date of November 22, 2000 of the Korean Patent Application No. 00-69660, under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

"Express Mail" mailing label number EL91410991205
Date of Deposit November 8, 2001

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231.

Jennifer Matson
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

[Signature]
(Signature of person mailing paper or fee)

Respectfully submitted,
GEUN-YOUNG YEOM, ET. AL.

CANTOR COLBURN LLP
Applicant's Attorneys

By: [Signature]
Daniel F. Drexler
Registration No. 47,535
Customer No. 23413

Date: November 8, 2001
Address: 55 Griffin Road South, Bloomfield, CT 06002
Telephone: 860-286-2929

J1040 U.S. PTO
10/010548
11/08/01

KOREAN INDUSTRIAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: Patent Application No. 2000-69660

Date of Application: 22 November 2000

Applicant(s): Geun-young Yeom

24 May 2001

COMMISSIONER

[Document Name]	Patent Application
[Classification]	Patent
[Receiver]	Commissioner
[Reference No.]	0011
[Filing Date]	22 November 2000
[IPC]	H01L
[Title]	Method of etching semiconductor device using neutral beam and apparatus for etching the same
[Applicant]	
[Name]	Geun-young Yeom
[Applicant code]	4-1999-025508-4
[Attorney]	
[Name]	Young-pil Lee
[Attorney code]	9-1998-000334-6
[Attorney]	
[Name]	Heung-soo Choi
[Attorney's code]	9-1998-000657-4
[Attorney]	
[Name]	Hae-young Lee
[Attorney's code]	9-1999-000227-4
[Inventor]	
[Name]	Geun-young Yeom
[Applicant code]	4-1999-025508-4
[Inventor]	
[Name]	LEE, Do-haing
[Resident	
Registration No.]	760102-1031126
[Zip Code]	440-320
[Address]	Rm. 203, 208-1, Yuljeon-dong, Jangan-gu, Suwon-city Kyungki-do, Republic of Korea
[Nationality]	Republic of Korea
[Request for Examination]	Requested
[Purpose]	We file as above according to Art. 42 of the Patent Law, request the examination as above according to Art. 60 of the Patent Law Attorney Attorney Attorney

Young-pil Lee
Heung-soo Choi
Hae-young Lee

[Fee]		
[Basic page]	20 Sheet(s)	29,000 won
[Additional page]	4 Sheet(S)	4,000 won
[Priority claiming fee]	0 Case(S)	0 won
[Examination fee]	14 Claim(s)	557,000 won
[Total]	590,000 won	
[Reason for Reduction]	Individual (70% reduction)	
[Fee after reduction]	177,000 won	

[Enclosures]

- | | |
|--|-------------|
| 1. Abstract and Specification (and Drawings) | 1 copy each |
| 2. Power of Attorney | 1 copy |



대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 69660 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 11월 22일
Date of Application

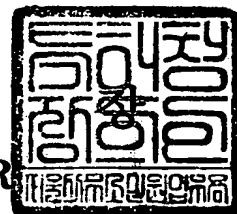
출원인 : 염근영
Applicant(s)



2001 년 05 월 24 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0011
【제출일자】	2000.11.22
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법 및 이를 위한 식각장치
【발명의 영문명칭】	Method of etching semiconductor device using neutral beam and apparatus for etching the same
【출원인】	
【성명】	염근영
【출원인코드】	4-1999-025508-4
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【대리인】	
【성명】	최흥수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【발명자】	
【성명】	염근영
【출원인코드】	4-1999-025508-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이도행
【성명의 영문표기】	LEE, Do Haing
【주민등록번호】	760102-1031126
【우편번호】	440-320
【주소】	경기도 수원시 장안구 율전동 208-1 203호
【국적】	KR
【심사청구】	청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

최흥수 (인) 대리인

이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 4 면 4,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 14 항 557,000 원

【합계】 590,000 원

【감면사유】 개인 (70%감면)

【감면후 수수료】 177,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 위임장_1통

【요약서】**【요약】**

간단한 장치의 구성을 통하여 발생된 중성빔을 사용함으로써 전기적 물리적 손상이 없이 식각공정을 수행할 수 있는 반도체소자의 식각방법 및 식각장치가 개시된다. 본 발명의 식각방법은, 이온소오스로부터 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시키고, 이 가속된 이온빔을 낮은 각도에 놓인 반사체에 반사시켜 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시킨 후, 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시켜 상기 중성빔에 의해 상기 피식각기판상의 특정 물질층을 식각한다. 상기 반사체에 입사되는 이온빔의 입사각을 제어하기 위해 상기 입사되는 이온빔에 대하여 상기 반사체의 기울기를 제어할 수도 있으며, 상기 반사체에 전기력을 인가하여 입사되는 이온빔의 진행경로를 제어할 수도 있다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법 및 이를 위한 식각장치{Method of etching semiconductor device using neutral beam and apparatus for etching the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 중성빔을 이용한 반도체소자에 대한 식각장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 적용한 도 1의 피식각기판을 나타내는 단면도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 중성빔을 이용한 반도체소자에 대한 식각장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 식각속도의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 입사각에 대한 식각속도의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 RF 전력에 대한 식각속도의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과의 식각 패턴을 나타내는 주사전자현미경 사진이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

10 ; 이온소오스 12 ; 유도코일

14 ; 그리드 16 ; 이온빔차단부

18, 40a, 40b, 40c, 40d ; 반사체 20 ; 피식각기관

30 ; 반도체기판 32 ; 피식각물질층

34 ; 식각마스크층

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 반도체소자의 식각방법 및 이를 위한 식각장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 중성빔을 이용하여 나노미터급 반도체소자를 무손상으로 식각할 수 있는 식각방법 및 그 식각장치에 관한 것이다.
- <15> 반도체소자의 고집적화에 대한 요구가 계속되어짐에 따라, 최근 반도체 집적회로의 설계에서 디자인룰이 더욱 감소되어 0.25 μm 이하의 임계치수(Critical Dimension)가 요구되기에 이르렀다. 현재 이러한 나노미터급 반도체소자를 구현하기 위한 식각장비로서 고밀도 플라즈마(High Density Plasma)식각장치, 반응성이온식각장치(Reactive Ion Etcher)등의 이온 강화용 식각장비가 주로 사용되고 있다. 그러나, 이러한 식각장비에서는 식각 공정을 수행하기 위한 다량의 이온들이 존재하고, 이들 이온들이 수백 eV의 에너지로 반도체기판 또는 반도체기판상의 특정 물질층에 충돌되기 때문에 반도체기판이나 이러한 특정 물질층에 물리적, 전기적 손상을 야기시킨다.
- <16> 예를 들어, 물리적 손상으로서, 이러한 이온들과 충돌되는 결정성의 기판 또는 특정 물질층의 표면이 비정질층으로 전환되기도 하며, 입사되는 이온들의 일부가 흡착되거

나 충돌되는 물질층의 일부 성분만이 선택적으로 탈착되어 식각되는 표면층의 화학적 조성이 변화되기도 하며, 표면층의 원자 결합이 충돌에 의해 파손되어 땀글링 결합(dangling bond)으로 되기도 한다. 이러한 땀글링 결합은 재료의 물리적 손상뿐만 아니라 전기적 손상의 발생원인이 되기도 하며, 그 밖에 게이트 절연막의 차지업(chargeup) 손상이나 포토레지스트의 차징(charging)에 기인한 폴리실리콘의 노칭(notching)등에 의한 전기적 손상을 야기시킨다. 또한, 이러한 물리적, 전기적 손상이외에도 챔버 물질에 의한 오염이나 CF계 반응가스를 사용하는 경우 C-F 폴리머의 발생등 반응가스에 의한 표면의 오염이 발생되기도 한다.

<17> 따라서, 나노미터급 반도체소자에 있어서 이러한 이온에 의한 물리적, 전기적 손상 등은 소자의 신뢰성 저하시키고 나아가 생산성을 감소시키는 요인이 되기 때문에 향후 반도체소자의 고집적화와 그에 따른 디자인룰의 감소 추세에 대응하여 적용될 수 있는 새로운 개념의 반도체 식각장비 및 식각방법에 대한 개발이 요구되고 있다.

<18> 이러한 가운데, 디.비.오오크(D.B.Oakes)씨 등은 논문 'Selective, Anisotropic and Damage-Free SiO₂ Etching with a Hyperthermal Atomic Beam'에서 과열된 원자빔을 이용한 비손상 식각기술을 제안하고 있으며, 일본인 다카시 유노가미(Takashi Yunogami)씨 등은 논문 'Development of neutral-beam-assisted etcher' (J.Vac. Sci. Technol. A 13(3), May/June, 1995)에서 중성빔과 중성래디칼을 이용하여 손상이 매우 적은 실리콘옥사이드 식각기술을 제시하고 있으며, 엠.제이.고에크너(M.J.Goeckner)씨 등은 논문 'Reduction of Residual Charge in Surface-Neutralization -Based Beams'(1997 2nd International Symposium on Plasma Process-Induced Damage. May 13-14, Monterey, CA.)에서 플라즈마 대신에 전하가 없는 과열 중성빔에 대한 식각기술을 개시하고 있다.

<19> 그러나, 상기 디.비.오오크씨 등이 제안한 기술은 이온이 존재하지 않으므로 전기적 물리적 손상이 없으며, 오염도 적을 것으로 추정되지만 대면적화에 어려움이 따르고, 극미세소자에서의 이방성을 얻기 힘들며, 식각속도가 낮다는 단점이 있으며, 상기 다카시 유노가미씨 등이 제안한 기술은 대면적화가 손쉬운 반면에 중성빔의 방향성 조절이 어렵고 이온빔 추출시 오염가능성이 크다는 단점이 있다. 또한, 엠.제이.고에크너씨 등이 제안한 기술은 대면적화가 가능하고 고중성빔 플럭스를 얻을 수 있는 반면에 이온과 전자의 재결합으로 인한 중성빔의 방향성이 뚜렷하지 않고, 이온이 섞여 나올 수 있으며, 이온 추출시 오염가능성이 크다는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 본 발명의 목적은, 간단한 장치의 구성을 통하여 발생된 중성빔을 사용함으로써 전기적 물리적 손상이 없이 식각공정을 수행할 수 있는 반도체소자의 식각방법 및 대면적의 중성빔 식각장치를 제공하는 데 있다.

<21> 본 발명의 다른 목적은, 간단한 장치의 구성을 통하여 중성빔의 방향성을 제어함으로써 이방성식각을 향상시킬 수 있는 반도체소자의 무손상 식각방법 및 대면적의 식각장치를 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<22> 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법은, 이온소오스로부터 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시키고, 이 가속된 이온빔을 반사체에 반사시켜 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시킨 후, 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시켜 상기 중성빔에 의해 상기 피식각기판상의 특정 물

질충을 식각한다.

- <23> 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시키는 단계는 상기 반사체에 입사되는 이온빔의 입사각을 제어하여 수행할 수 있으며, 바람직하게는 상기 반사체에 입사되는 이온빔의 입사각을 75° 내지 85° 의 범위 내에서 적절히 제어하여 수행할 수 있다.
- <24> 한편, 상기 반사체에 입사되는 이온빔의 입사각을 제어하기 위해 상기 입사되는 이온빔에 대하여 상기 반사체의 기울기를 제어할 수도 있으며, 상기 반사체에 전기력을 인가하여 입사되는 이온빔의 진행경로를 제어할 수도 있다.
- <25> 한편, 상기 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치는, 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시킬 수 있는 이온소오스, 상기 이온소오스로부터 가속된 이온빔의 진행경로상에 위치하며, 상기 이온빔을 반사시켜 중성빔으로 전환시켜주는 반사체 및 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시킬 수 있는 스테이지를 포함한다.
- <26> 상기 이온소오스는 이온빔을 발생시킬 수 있는 다양한 형태로 구성할 수 있으며, 예를 들어 유도결합형 플라즈마 소오스이며, 그 말단에 이온빔을 가속시킬 수 있는 그리드가 형성된 것을 사용할 수 있으며, 또한 상기 이온소오스와 반사체 사이에 일정한 범위 내의 이온빔만 통과시킬 수 있는 슬릿을 갖는 이온빔차단부가 더 구비될 수도 있다.
- <27> 상기 반사체는 입사되는 이온빔에 대하여 그 입사각을 제어할 수 있는 회동가능한 기판으로 된 것을 사용할 수 있으며, 또는 복수개의 중첩된 원통으로 구성되며, 인접한 원통간에는 다른 극성의 전압이 인가되도록 구성된 것을 사용할 수 있다.
- <28> 한편, 상기 스테이지는 상기 반사체에 반사된 중성빔의 진행경로에 대응하여 그 위

에 안착되는 피식각기판의 위치 및 방향이 정위치에 놓이도록 위치제어되는 것이 바람직하며, 상기 반사체는 반도체기판, 이산화규소 또는 금속기판으로 이루어진 것을 사용할 수 있다.

<29> 본 발명에 따르면, 이온빔을 발생시킬 수 있는 이온소오스와 피식각기판이 안착되는 스테이지 사이에 이온빔을 적절한 입사각으로 반사시킬 수 있는 반사체를 구비함으로써 간단한 방법에 의하여 손쉽게 중성빔을 얻을 수 있으며, 이를 식각원으로 사용하기 때문에 종래 이온빔에 의해 발생하던 피식각기판에 대한 전기적, 물리적 손상이 없이 나노미터급의 반도체소자에 대한 식각공정을 용이하게 수행할 수 있으며, 대면적화도 용이하게 된다.

<30> 또한 본 발명에 따르면, 이온소오스에서 이온빔의 가속전압을 적절히 제어하고, 이온빔차단부내의 슬릿을 통하여 일정한 범위 내의 이온빔만을 반사체에 입사시킬 수 있으며, 반사체의 기울기나 또는 반사체에 가해지는 전기력을 제어함으로써 손쉽게 중성빔의 방향을 제어할 수 있기 때문에 보다 향상된 이방성 식각을 수행할 수 있다.

<31> 또한 본 발명에 의하면, 적절한 방향성을 갖는 이온빔만을 추출하여 사용하기 때문에 종래에 불필요한 이온빔에 의해 챔버 내벽등의 챔버 구성물과의 충돌에 의해 발생하던 오염의 발생이 현저히 줄어들 수 있다.

<32> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 첨부하는 특허청구 범위의 기술적 사상 범위 내에서 당업자에 의해 다양한 형태로 변경하여 실시할 수 있음은 물론이다. 따라서, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 보다 완전하도록 하며, 당업자에게 본 발명의 범주를 보다 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

<33> < 제 1 실 시 예 >

<34> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 반도체소자에 대한 식각장치를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1은 본 발명의 원리를 설명하기 위하여 단순화시킨 도면으로써, 도 1의 각 구성요소는 적절한 진공도를 유지하는 진공챔버 내에 구비된다.

<35> 먼저, 본 발명의 식각방법을 살펴하면, 이온소오스로부터 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시키고, 상기 가속된 이온빔을 반사체에 반사시켜 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시킨 후, 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시켜 상기 중성빔에 의해 상기 피식각기판상의 특정 물질층을 식각하는 것이다.

<36> 상기 본 발명에서 가속된 이온빔이 반사체에 의해 반사된 후 중성빔으로 전환되는 이론적 메카니즘의 토대는 비.에이.헬머(B.A.Helmer) 및 디.비.그레이브스(D.B.Graves)씨에 의해 발표된 논문 'Molecular dynamics simulations of Cl₂⁺ impacts onto a chlorinated silicon surface: Energies and angles of the reflected Cl₂ and Cl fragments'(J.Vac. Sci. Technol. A 17(5), Sep/Oct 1999)에 근거하고 있으며, 본 논문에 의하면 클로라이드(Cl)의 단일층(monolayer)이 형성된 실리콘기판상에 Cl₂⁺ 이온을 임계 입사각 이상으로 입사시키면 중성화될 수 있음을 설명하고 있으며, 나아가 85°의 입사각으로 입사된 Cl₂ 분자에 대하여 반사된 중성의 Cl₂ 분자 및 Cl 원자파편의 분포를 극각(Polar angle)과 방위각(Azimuthal angle)으로 도시하고 있다. 본 논문에 근거하면 일정 범위내의 입사각으로 입사된 이온은 거의 90% 이상 중성원자 또는 중성분자로 재반사됨을 알 수 있으며, 반사된 입자의 방위각도 거의 0°에 근접함을 알 수 있다.

<37> 본 발명은 상기 이론적 근거를 토대로 나노미터급 반도체소자의 식각공정에 보다

바람직한 조건과 형태로 구현한 것으로써, 도 1을 참조하여 본 발명의 식각방법 및 식각 장치에 대하여 구체적으로 살펴본다.

<38> 도 1을 참조하면, 이온소오스(10)로부터 발생된 이온빔이 이온빔의 진행경로상 이온소오스(10)의 후단에 위치하는 일정한 직경을 갖는 슬릿(16)을 통과한 후 반사체(18)에 반사된 후 중성빔으로 전환된 후 피식각기판(20)으로 입사되어 피식각기판(20)상의 특정 물질층을 식각한다. 상기 이온소오스(10)는 각종 반응가스로부터 이온빔을 발생시킬 수 있는 것으로 족하며, 본 실시예에서는 유도코일(12)에 유도전력을 인가함으로써 플라즈마를 발생시키는 유도결합형 플라즈마(ICP) 발생장치를 사용하였으며, 다양한 형태로 변형된 이온소오스를 사용할 수 있음은 물론이다. 상기 이온소오스(10)의 말단부에는 전압인가에 의해 이온빔을 가속시킬 수 있으며, 동시에 이온빔이 통과될 수 있는 복수개의 관통홀이 형성된 그리드(14)가 형성된다.

<39> 상기 이온소오스(10)의 후단에는 중앙에 일정한 직경을 갖는 원형 또는 사각형상의 관통홀이 형성된 슬릿을 갖는 이온빔차단부(16)이 배치되며, 상기 이온소오스(10)로부터 추출되어 가속된 이온빔 중에서 일정한 방향성을 가지며, 일정한 범위내의 것만을 통과시키고, 그 외의 이온빔은 챔버내로 입사되지 않도록 해준다. 이는 불필요한 이온빔이 챔버 내벽이나 챔버 구성물과의 충돌등에 의한 오염원이 될 수도 있는 것을 방지해줄 뿐만 아니라, 반사체(18)로부터 반사된 중성빔이 불필요한 이온빔들과 충돌하여 산란됨으로써 중성빔에 의한 이방성 식각공정을 저해하는 요인이 될 수 있기 때문이다.

<40> 상기 이온빔차단부(16)의 후단에는 상기 슬릿을 통과한 이온빔을 반사시킬 수 있는 반사체(18)가 수평면에 대하여 적절한 기울기로 배치된다. 상기 반사체(18)는 그 기울기가 적절한 범위 내에서 제어될 수 있도록 회동가능하게 설치되며, 입사된 이온빔에 의

해 발생하는 전하의 방전을 위해 접지되는 것이 바람직하다. 상기 반사체(18)는 다양한 형태, 예를 들어 사각형 또는 원판형등으로 제작될 수 있으며, 실리콘등의 반도체기판이나 상기 실리콘옥사이드가 표면에 형성된 기판 또는 금속기판등으로 구성될 수 있다.

<41> 한편, 상기 반사체(18)의 기울기나 크기는 상기 이온빔차단부(16)에 형성된 슬릿의 크기에 대응하도록 조정한다. 즉, 상기 슬릿을 통과한 이온빔의 상기 반사체(18)에의 투영면이 반사체(18)내에 모두 포함되도록 함으로써 반사체(18)에 의해 반사되지 않는 이온빔이 발생되지 않도록 한다. 본 실시예에서 상기 반사체(18)의 기울기는 수평면에 대하여 적어도 5° 내지 15° 범위내에서 조절될 수 있다. 반사체(18)의 수평면에 대한 기울기는 도 1에서 수평면을 기준으로 한 입사각(θ_i) 및 반사각(θ_r)과 거의 같은 각도가 된다. 따라서, 상기 수평면에 대한 기울기가 적어도 5° 내지 15° 범위인 것은 반사체(18)의 표면에 대하여 수직한 법선을 기준으로 한 입사각이 적어도 75° 내지 85° 임을 의미한다.

<42> 한편, 상기 반사체(18)로부터 반사되어 전환된 중성빔의 진행경로상에 피식각기판(20)이 배치된다. 상기 피식각기판(20)은 스테이지(도시안됨)상에 안착되어 중성빔에 진행경로에 대하여 수직방향으로 배치될 수도 있으며, 식각공정의 종류에 따라 일정한 각도로 경사지게 배치될 수 있도록 위치 및 방향이 제어되도록 설치된다. 본 실시예에서는 도 1에서 도시된 바와 같이, 대략적으로 이온소오스(10)의 말단으로부터 반사체의 중심까지의 거리(L1)가 피식각기판(20)으로부터 반사체의 중심까지의 거리(L2)가 동일하게 10 cm로 구성하였다.

<43> 한편, 본 발명의 식각공정을 적용함에 있어서 반응가스는 특정 가스에 한정되지 않고 피식각물질층의 종류와 식각마스크층의 종류에 따라 다양하게 선택하여 사용할 수 있

음은 물론이다. 예를 들어, 실리콘을 식각하는 경우 실리콘산화막을 식각마스크로 사용할 수 있으며, 이때의 반응가스로서 Cl_2 , $\text{Cl}_2/\text{C}_2\text{F}_6$, SiCl_4 , CCl_4/O_2 , SiCl_4/O_2 등의 가스조합을 용도에 따라 다양하게 선택하여 사용할 수 있으며, Al을 식각하는 경우 실리콘산화막이나 실리콘나이트라이드막 또는 포토레지스트막을 식각마스크로 하여 $\text{Cl}_2/\text{SiCl}_4$, Cl_2/CCl_4 , $\text{Cl}_2/\text{CHCl}_3$, Cl_2/BCl_3 등을 용도에 따라 다양하게 선택하여 사용할 수 있음은 물론이다.

<44> 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 적용한 도 1의 피식각기판을 나타내는 단면도로써, 본 발명의 각 공정조건에 따른 식각속도의 변화를 살펴보기 위한 것이다. 도 2를 참조하면, 반도체기판(30)상에 피식각물질층(32)이 형성되며, 그 위에 일정한 패턴을 갖는 식각마스크층(34)이 형성되어 있다. 본 실시예에서는 실리콘기판상에 피식각물질층(32)으로써 포토레지스트층을 코팅하고 그위에 크롬층을 막대형상으로 패터닝한 식각마스크(34)으로 사용하였다.

<45> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 가속전압에 대한 식각속도의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 4의 그래프에서 가로축의 가속전압은 이온빔을 추출 및 가속시키기 위해 도 1의 그리드(14)에 인가되는 전압을 의미하며, 수직축의 식각속도는 포토레지스트층의 식각속도를 의미한다. 공정조건은 이온소오스(10)의 유도코일(12)에 인가되는 유도전력을 250 W로 하고, 반사체(18)의 수평면에 대한 입사각(θ_i)를 5° 로 설정하고, 플라즈마 반응가스로서 산소분자의 유량을 4 sccm으로 하였다. 도 4에서 ●은 종래와 같이 이온빔을 중성빔으로 전환시키지 않은 상태로 직접 포토레지스트층을 식각하는 경우를 나타내며, ■은 본 발명에서 이온빔이 반사체(18)에 반사되어 중성빔으로 전환된 후의 포토레지스트층을 식각하는 것을 나타낸다. 도 4로부터 가속전압

이 1000V까지는 식각속도에서 큰 차이를 보이지 않다가 그 이상의 가속전압에서는 매우 큰 차이를 보여주고 있다. 본 발명의 바람직한 실시예로서, 상기 이온빔이 가속전압은 1000 eV이하, 보다 바람직하게는 100 V이하로 유지할 수 있으며, 입사되는 이온빔의 입사에너지는 300 eV 이하, 바람직하게는 50 eV이하로 유지하는 것이 무손상의 식각이라는 측면에서 바람직하다.

<46> 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 입사각에 대한 식각속도의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 5의 그래프에서 가로축의 입사각은 도 1의 반사체(18)의 수평면을 기준으로 한 입사각(θ_i)을 나타내며, 수직축의 식각속도는 포토레지스트층의 식각속도를 의미한다. 공정조건은 이온소오스(10)의 유도코일(12)에 인가되는 유도전력을 300 W로 하고, 가속전압을 1000V로 하였으며, 플라즈마 반응가스로서 산소분자의 유량을 4 sccm 설정하였다. 도 5에서 입사각이 10° 인 경우 식각속도가 최고인 약 75 Å/min을 나타내고 있다.

<47> 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과 RF전력에 대한 식각속도의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 6의 그래프에서 가로축은 도 1의 유도코일(12)에 인가되는 유도전력을 나타내며, 수직축의 식각속도는 포토레지스트층의 식각속도를 의미한다. 공정조건은 반사체(18)의 수평면에 대한 입사각(θ_i)를 10° 로 설정하고, 그리드(14)에 인가되는 가속전압을 1000V로 하였으며, 플라즈마 반응가스로서 산소분자의 유량을 4 sccm로 설정하였다. 도 6에서 RF전력이 증가함에 따라 식각속도가 거의 비례하여 증가하고 있음을 알 수 있다.

<48> 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따라 식각공정을 수행한 결과의 식각 패턴을

나타내는 주사전자현미경 사진이다. 사진으로부터 검은색의 막대형 패턴을 크롬층에 의해 식각이 저지된 후 크롬층이 제거된 포토레지스트층 부분이며, 그 외의 부분은 일정한 깊이로 식각된 포토레지스트층을 나타낸다.

<49> < 제 2 실 시 예 >

<50> 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 반도체소자에 대한 식각장치를 개략적으로 나타낸 사시도이다. 도 3은 도 1과 같이 본 발명의 원리를 설명하기 위하여 단순화시킨 도면으로써, 도 3의 각 구성요소는 역시 적절한 진공도를 유지하는 진공챔버 내에 구비된다. 본 실시예에 의한 식각방법도 반사체의 형태와 이온빔의 반사방법을 제외하고 기본적으로 제1 실시예에서와 같이, 이온소오스로부터 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시키고, 상기 가속된 이온빔을 인접한 원통기판에 다른 극성의 전압이 인가된 복수개의 원통형 반사체에 반사시켜 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시킨 후, 상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시켜 상기 중성빔에 의해 상기 피식각기판상의 특정 물질층을 식각하는 것이다. 도 1과 동일한 구성요소는 동일한 참조번호로 표시하며, 그 구체적인 설명은 생략한다.

<51> 도 3을 참조하면, 이온소오스(10)로부터 발생된 이온빔이 이온빔의 진행경로상 이온소오스(10)의 후단에 위치하는 원통형의 반사체에 반사된 후 중성빔으로 전환된 후 피식각기판(20)으로 입사되어 피식각기판(20)상의 특정 물질층을 식각한다. 도 3에서는 도시하지 않았지만, 상기 이온소오스(10) 후단에 일정한 직경을 갖는 슬릿을 포함한 이온빔차단부(16)가 역시 구성될 수도 있음은 물론이다.

<52> 상기 이온소오스(10)의 말단부에는 전압인가에 의해 이온빔을 가속시킬 수 있으며,

동시에 이온빔이 통과될 수 있는 복수개의 관통홀(14a)이 형성된 그리드(14)가 형성된다

<53> 본 실시예에서는 상기 이온소오스(10)의 후단과 피식각기판(20)과의 사이에 방사상으로 중첩된 복수개의 원통형 반사체(40a, 40b, 40c, 40d)가 구비된다. 상기 원통형 반사체는 인접한 반사체와는 다른 극성의 전압이 인가되도록 구성된다. 따라서 일정한 극성을 갖는 이온빔이 상기 원통형 반사체들 통과할 때 이온빔과 동일한 극성으로 인가된 반사체와는 척력이 작용하고, 이온빔과 다른 극성으로 인가된 반사체와는 인력이 작용하여 인력이 작용하는 반사체의 표면에 반사된 후 원통형 반사체들 사이를 통과한 후 피식각기판(20)에 도달하여 식각공정을 수행하도록 구성되어 있다. 상기 복수개의 원통형 반사체의 길이, 반경 및 각기 인가되는 전압의 크기는 설계에 따라 적절히 선택될 수 있는 사항이며, 상기 반사체의 재질은 제1 실시예와 동일한 재질의 것을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 도전성 재질의 것을 사용할 수 있다.

<54> 본 실시예에서 상기 원통형 반사체들은 그 기울기가 물리적으로 적절한 범위 내에서 회동가능하게 설치될 수도 있으나, 바람직하게는 각 원통형 반사체에 인가되는 전압의 크기를 제어할 수 있다. 즉 입사되는 이온빔의 질량, 속도 및 입사각도와 원통형 반사체내의 전자기장의 크기를 고려하여 이온빔의 궤적을 추적할 수 있을 것이다. 따라서, 원통형 반사체내에서 일정한 포물선 형태로 입사된 이온빔은 반사체의 표면과 충돌한 후 극성이 없는 중성빔으로 전환되고, 이 중성빔은 이후 거의 직선상으로 진행할 것이다.

<55> 이때도 상기 원통형 반사체들의 표면에 대하여 입사되는 이온빔은 각 원통형 반사체의 반사 표면에 대하여 적어도 5°내지 15°범위내에서 조절될 수 있다.

<56> 제2 실시예에서도 식각공정을 적용함에 있어서 반응가스는 특정 가스에 한정되지

않고 피식각물질층의 종류와 식각마스크층의 종류에 따라 다양하게 선택하여 사용할 수 있음은 물론이다.

<57> 이상에서와 같이 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명하였지만, 첨부하는 특허 청구범위에 의해 정하여지는 본 발명의 기술적 사상범위내에서 다양한 변형실시, 예를 들어, 이온소오스의 형태, 반응가스의 종류 또는 반사체의 재질을 다양하게 선택하여 사용할 수 있음은 물론이다.

【발명의 효과】

<58> 본 발명에 의하면, 간단한 방법에 의하여 손쉽게 중성빔을 얻을 수 있으며, 이를 식각원으로 사용하기 때문에 종래 이온빔에 의해 발생하던 피식각기판에 대한 전기적, 물리적 손상이 없이 나노미터급의 반도체소자에 대한 식각공정을 용이하게 수행할 수 있으며, 대면적화도 용이하게 된다.

<59> 또한 본 발명에 의하면, 반사체의 기울기나 또는 반사체에 가해지는 전기력을 제어함으로써 손쉽게 중성빔의 방향을 제어할 수 있기 때문에 보다 향상된 이방성 식각을 수행할 수 있다.

<60> 또한 본 발명에 의하면, 적절한 방향성을 갖는 이온빔만을 추출하여 사용하기 때문에 종래에 불필요한 이온빔에 의해 챔버 내벽과의 충돌에 의해 발생하던 오염의 발생이 현저히 줄어들 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

이온소오스로부터 일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시키는 단계;

상기 가속된 이온빔을 반사체에 반사시켜 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시키는 단계; 및

상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시켜 상기 중성빔에 의해 상기 피식각기판상의 특정 물질층을 식각하는 단계를 포함하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시키는 단계는 상기 반사체에 입사되는 이온빔의 입사각을 제어하여 수행하는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시키는 단계에서 상기 반사체에 입사되는 이온빔의 입사각을 반사체의 표면에 대한 법선을 기준으로 75°내지 85°의 범위 내에서 제어하여 수행하는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서, 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시키는 단계는 상기 입사되는 이온빔에 대하여 상기 반사체의 기울기를 제어하여 수행하는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법.

【청구항 5】

제 3 항에 있어서, 상기 이온빔을 중성빔으로 전환시키는 단계는 상기 반사체에 전기력을 인가하여 입사되는 이온빔의 진행경로를 제어하여 수행하는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 반사체는 반도체기판, 이산화규소 또는 금속기판인 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 입사되는 이온빔의 가속전압은 100V 이하, 입사에너지는 50eV 이하로 조절하는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각방법.

【청구항 8】

일정한 극성을 갖는 이온빔을 추출하여 가속시킬 수 있는 이온소오스;

상기 이온소오스로부터 가속된 이온빔의 진행경로상에 위치하며, 상기 이온빔을 반사시켜 중성빔으로 전환시켜주는 반사체; 및

상기 중성빔의 진행경로상에 피식각기판을 위치시킬 수 있는 스테이지를 포함하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치.

【청구항 9】

제 8 항에 있어서, 상기 이온소오스는 유도결합형 플라즈마 소오스이며, 그 말단에 이온빔을 가속시킬 수 있는 그리드가 형성된 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치.

【청구항 10】

제 8 항에 있어서, 상기 반사체는 입사되는 이온빔에 대하여 그 입사각을 제어할 수 있는 회동가능한 기판으로 된 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치.

【청구항 11】

제 8 항에 있어서, 상기 반사체는 복수개의 중첩된 원통으로 구성되며, 인접한 원통간에는 다른 극성의 전압이 인가되도록 구성된 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치.

【청구항 12】

제 8 항에 있어서, 상기 스테이지는 상기 반사체에 반사된 중성빔의 진행경로에 대하여 위치제어되도록 구성된 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치.

【청구항 13】

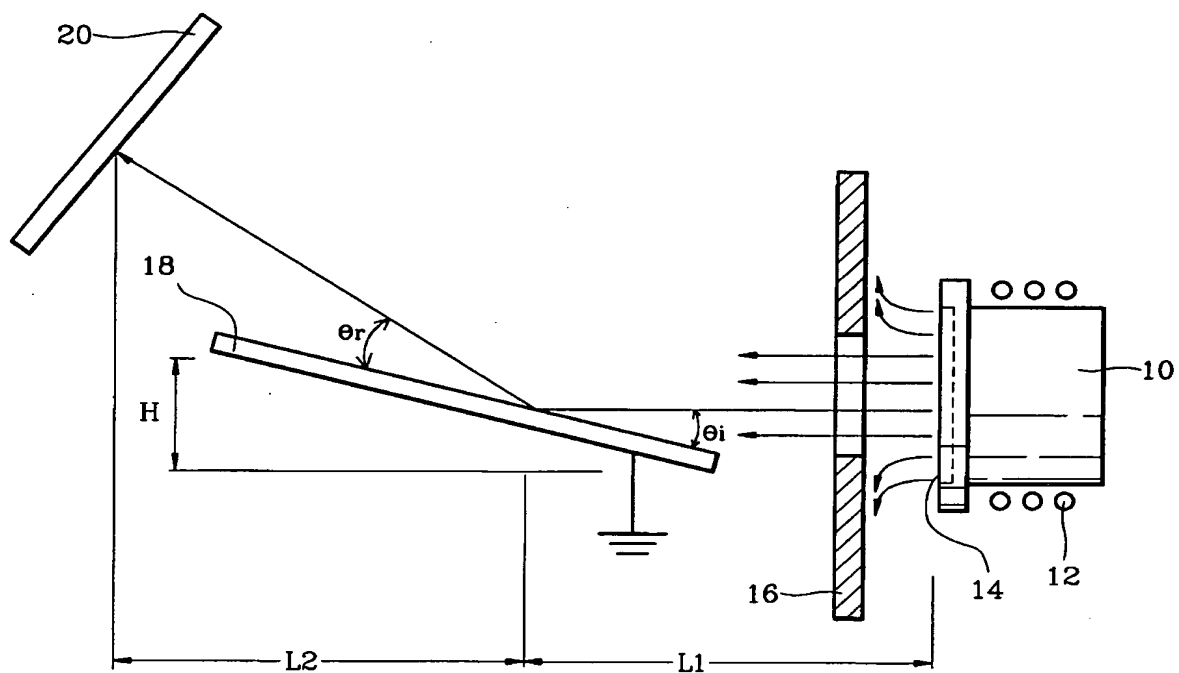
제 8 항에 있어서, 상기 반사체는 반도체기판, 이산화규소 또는 금속기판으로 이루어진 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치.

【청구항 14】

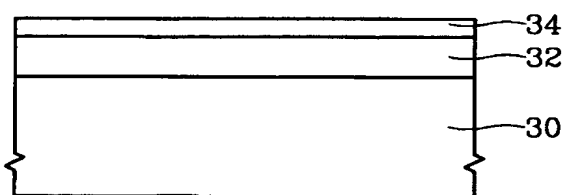
제 8 항에 있어서, 상기 이온소오스와 상기 반사체 사이에 일정한 범위내의 이온빔만 통과시킬 수 있는 슬릿을 갖는 이온빔차단부가 더 구비되는 것을 특징으로 하는 중성빔을 이용한 반도체소자의 식각장치.

【도면】

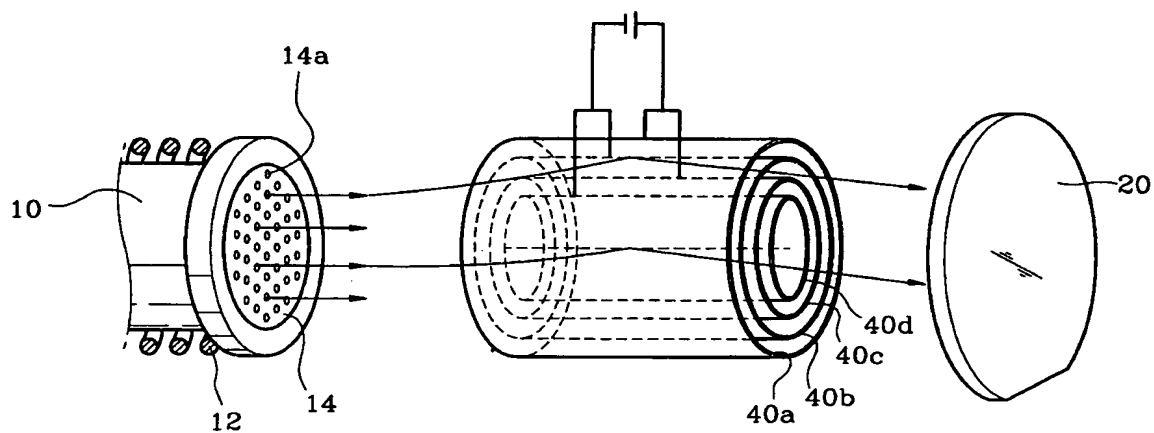
【도 1】



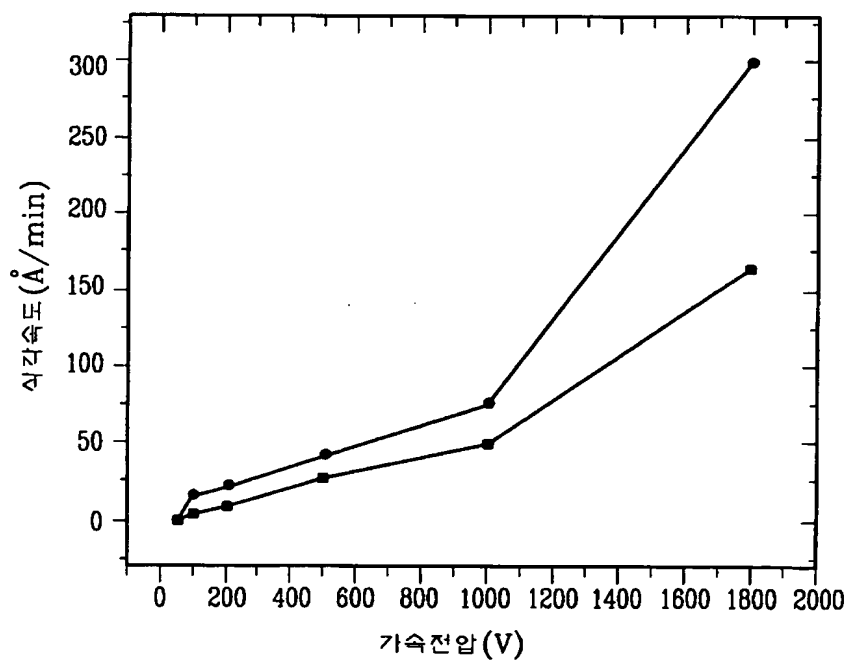
【도 2】



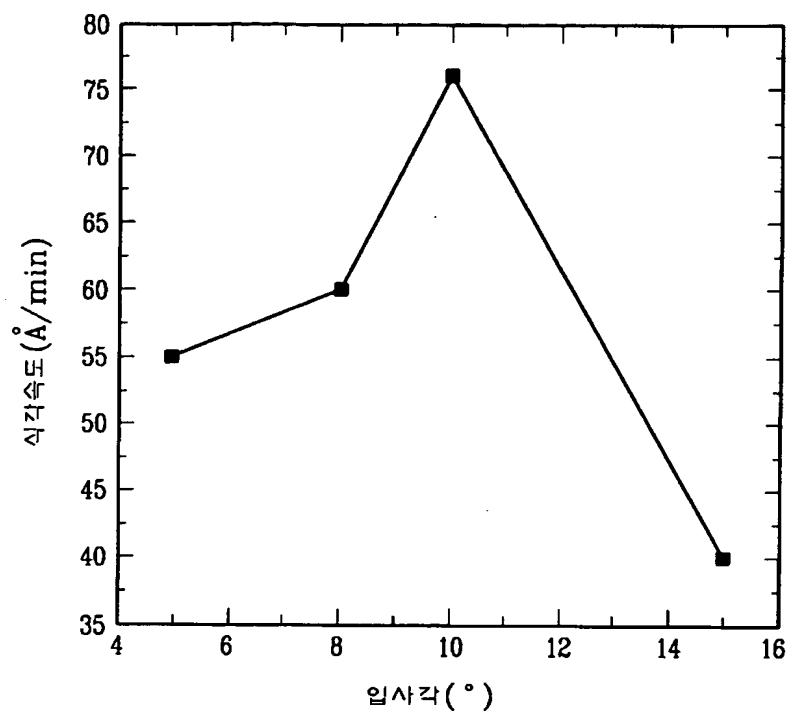
【도 3】



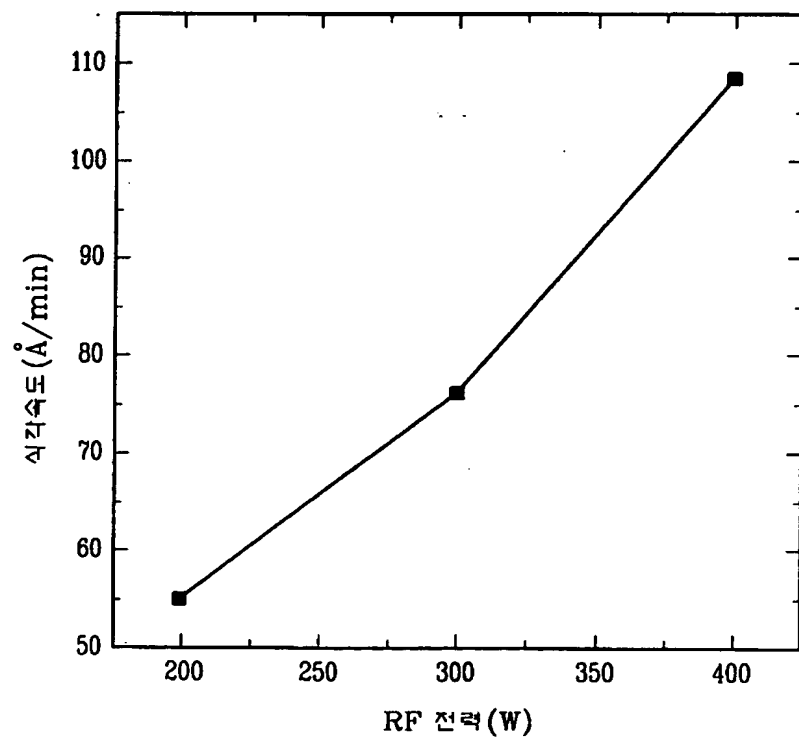
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

